

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

①

(11)Publication number : 08-309620

(43)Date of publication of application : 26.11.1996

(51)Int.Cl.

B23H 1/02  
B23Q 5/28

(21)Application number : 07-117108

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 16.05.1995

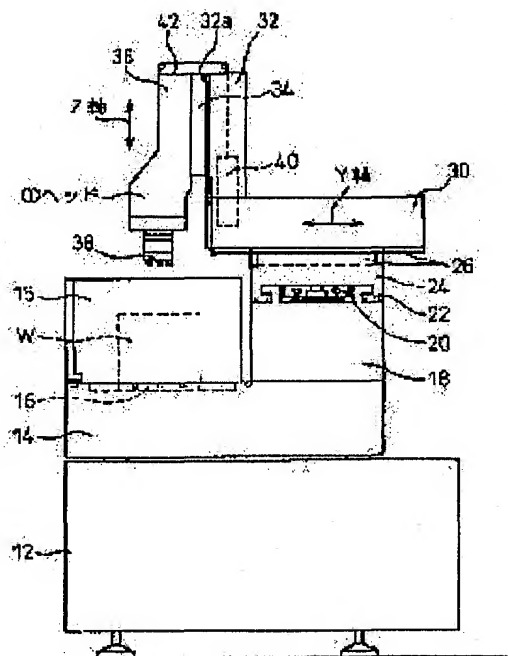
(72)Inventor : KITA YUKI  
OKUDA SHINJI

## (54) DIESINKING ELECTRIC DISCHARGE MACHINE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a diesinking electric discharge machine having high working accuracy and high reliability.

**CONSTITUTION:** A diesinking electric discharge machine, in which electrodes are arranged opposite to each other through a work W and a discharge space, performs a desirable-shaped discharge to the work W in response to the electrode shape with the relative feeding between the work W and the electrodes. Linear motors 20, 26, 34 are incorporated in a feeding mechanism for giving the relative feeding between the work W and the electrodes, and the relative feeding is performed by the direct drive of the linear motors 20, 26, 34.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-309620

(43) 公開日 平成8年(1996)11月26日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2 3 H 1/02

B 2 3 H 1/02

F

B 2 3 Q 5/28

B 2 3 Q 5/28

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平7-117108

(22) 出願日

平成7年(1995)5月16日

(71) 出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72) 発明者 喜多 祐樹

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72) 発明者 奥田 真司

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

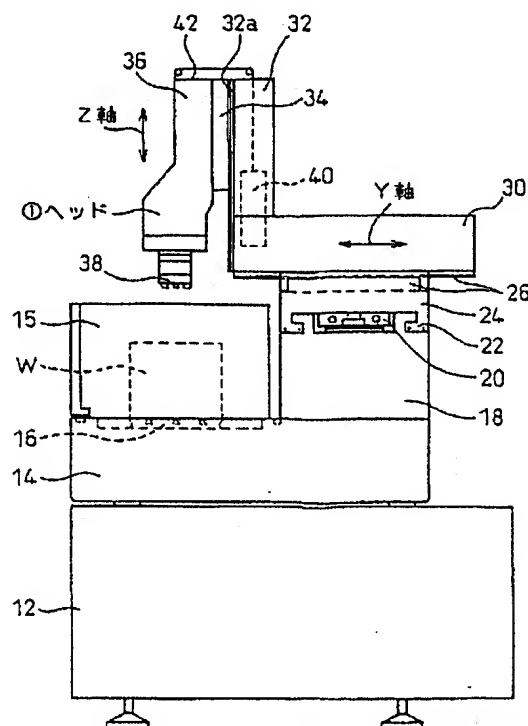
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 形彫り放電加工機

(57) 【要約】

【目的】 加工精度の高い高信頼性の形彫り放電加工機を形成すること。

【構成】 ワークWと放電間隙を介して電極を対向させ、該ワークかと電極との間の相対送りに従ってワークに該電極形状に応じた所望の形状の放電加工を行う形彫り放電加工機において、ワークかと形彫り電極との間に相対送りを付与する送り機構がリニアモータ20、26、34を組み込み具備し、同リニアモータ20、26、34による直接駆動によって前記相対送りを得るようにした形彫り放電加工機を構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワークと放電間隙を介して電極を対向させ、該ワークと電極との間の相対送りに従ってワークに該電極形状に応じた所望の形状の放電加工を行う形彫り放電加工機において、前記ワークと前記電極との間に相対送りを付与する送り機構がリニアモータを組み込み具備し、該リニアモータによる直接駆動によって前記相対送りを得るようにしたことを特徴とする形彫り放電加工機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、形彫り放電加工機に関し、特に、リニアモータを送り駆動源とした形彫り放電加工機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 形彫り放電加工機は、基台（ベッド）に搭載されたワークテーブル上に被加工対象のワークを取付け、他方、このワークに対して基台から立ち上がったコラム等の静止機枠に保持されてワークに対して接近、離反可能に設けられた主軸頭（ヘッド）の先端の主軸から成る電極ホルダに着脱自在に保持された形彫り電極を上記ワークとの間に所定の放電間隙を維持して接近させ、ワークと形彫り電極との間にパルス放電電圧を印加して放電エネルギーによりワークを電極の形状に対応関係有した形状に加工を遂行するように構成されている。このとき、放電加工の進行に合わせてワークと電極との間には上記の所定を放電を維持するように相対的な送り移動が行われるが、この送り移動は、一般的にはヘッドやワークテーブルとの間に直交三軸方向（X軸、Y軸、Z軸）の送り機構が設けられることによって付与される構成がとられている。

【0003】 典型的には、電極装着用の主軸を有したヘッドを上下に移動するZ軸送りと、ワークが搭載されているワークテーブルをX軸、Y軸の二軸方向に移動するX軸送り、Y軸送りとの三軸送り機構を備えた方式または、ワークテーブルを静止に保ち、ヘッドにはZ軸送りと共にベッドに立設されたコラムにラム機構を介挿して、このラム機構をX軸、Y軸の両方向に移動させ、かつ同ラム機構に上記ヘッドを装着することにより、結局、ヘッドにX軸、Y軸、Z軸の三軸方向の送り移動を付与する構成とした方式がとられている。

【0004】 ここで従来の形彫り放電加工機における軸送り機構においては、駆動源をサーボモータによって形成し、同サーボモータの出力軸にボールネジ軸を結合し、ボールネジに螺合したナット要素をヘッドやワークテーブル、ラム機構等の被駆動体と一体に設けることにより、サーボモータの制御回転に応じて回転→直動変換を経て被駆動体に上記X軸、Y軸、Z軸等の所定軸方向の送り移動を与えるように構成されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の軸送り機構によれば、サーボモータと、被駆動体を成すヘッドやワークテーブル、ラム機構等との間に必然的に軸継手、ボールネジ軸、ナット要素、ナットホルダ等の回転→直動変換に伴う諸可動要素が介在されるために部品点数が多く、組立て調整を要する煩瑣があった。

【0006】 更に、これらの回転→直動変換に伴う種々の可動要素の介在は、作動中に各要素が弾性変形をすること、例えば、ボールネジ軸がナット要素との噛合を介して弾性撓み変形をする等により、軸送り機構の運動系に無視し得ないバネ定数要素が多数介在することとなり、運動系のゲインをあまり大きくすることができないこととなり、応答性を緩慢化させる原因となる。このように、サーボモータを含む運動系の応答性が緩慢になることは、形彫り放電加工機においては、ワークと電極間の微小な放電間隙を制御することが困難になり、放電加工性能を低下させる一因となる。

【0007】 またこれら諸部品は使用が長期化すると磨耗を生じること、ボールネジ軸ではリード誤差の発生を回避することは不可能である等の諸原因に基づいて放電加工精度の向上が妨げられることとなっていた。依って、本発明の目的は、このような問題点を解決するべく、近時、実用性の向上が著しいリニアモータを軸送り機構の駆動源に採り入れた形彫り放電加工機を提供せんとするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、ワークと放電間隙を介して電極を対向させ、該ワークと電極との間の相対送りに従ってワークに該電極形状に応じた所望の形状の放電加工を行う形彫り放電加工機において、前記ワークと前記電極との間に相対送りを付与する送り機構がリニアモータを組み込み具備し、該リニアモータによる直接駆動によって前記相対送りを得るようにした形彫り放電加工機が提供される。

【0009】 なお、好ましくは、上記送り機構は直交三軸（X軸、Y軸、Z軸）方向の軸送り機構で構成され、夫々の軸送り機構が各々リニアモータを駆動源とし、かつ直線案内装置を介して円滑な直線送り移動を得るようにする。

## 【0010】

【作用】 上述の構成によれば、形彫り放電加工機の軸送り機構の各系内に中間的に介在した種々の可動要素が一掃され、駆動力発生源のリニアモータと被駆動体との間には1対1の機械的な関係が確立される結果、上述した従来の種々の問題点を解消し得ると共に軽量化、コスト低減等も図ることが可能となった。

## 【0011】

【実施例】 以下、本発明を添付図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明に係る形彫り放電加工機のうち、ラム形々彫り放電加工に適用した1実施例を示す正

面図であり、図2は同主軸頭（ヘッド）に設けられたZ軸送り機構の構造を詳示した略示部分斜視図であり、図3は、同実施例のラム機構にY軸方向の送り移動を付与する軸送り機構を詳示した略示部分斜視図である。また、図4は、本発明に係る形彫り放電加工機のうち、テーブル形々彫り放電加工に適用した1実施例を示す正面図である。

【0012】図1を参照すると、ラム形々彫り放電加工機は、下底部に放電加工部に供給される加工液の貯留用に設けられ、ここから加工液が循環される加工液貯留タンク12が具備されている。この加工液貯留タンク12の上方に定盤形のベッド114が設けられ、同ベッド14の略半分領域には加工槽15内に加工液を溜めた状態でワークテーブル16が配設されて同ワークテーブル16上に被加工材であるワークWを搭載、保持するようになっている。

【0013】他方、同ワークテーブル16の後方半領域にはコラム18が立設されており、このコラム18の頂端にはリニアモータ手段20、直線案内機構22を介して一軸方向（例えば、X軸方向）に可動なサドル24が設けられている。このサドル24の上記の一軸方向（X軸方向）に送り移動可能に設けられると共に頂部に上記一軸方向と直交した他の一軸（Y軸方向）方向にラム30に送り移動を与える軸送り機構を構成するリニアモータ手段26と図示に現れていない直線案内機構を具備している。

【0014】また、ラム30の前端領域にはヘッドコラム32が立設され、前面32aに鉛直面を有し、このヘッドコラム32の前面32aにはリニアモータ手段34と図示されていない直線案内機構を介してヘッド36が上述したX軸、Y軸と直交したZ軸方向に移動可能に設けられ、同ヘッド36の下端には形彫り電極（図省略）を保持する電極ホルダ38が縦軸回りに回転も可能に設けられ、主軸を形成している。このように、サドル24、ラム30、ヘッド36が直交三軸方向にリニアモータ手段20、26、34を駆動源として直線駆動により駆動される構成が設けられ、従って、ボールネジ軸やナット要素、ナットホルダ等の従来必須に設けられた可動要素を一掃することが可能な構造を成している。

【0015】なお、ヘッド36のZ軸方向の移動には常にカウンターバランス手段40が設けられおり、このカウンターバランス手段40によってヘッド36をZ軸方向の所定位置に停止させることも可能となっており、また、ヘッドコラム32の上端にはストップ板42が設けられ、ヘッド36の上動限を規定している。ここで、リニアモータ手段20、26、34等の各々は、N極、S極の極面を有した複数の固定磁石を直線方向に順次に列設して形成された静止体と、同静止体の各固定磁石と電磁相互作用をする励磁コイルを内蔵し、静止体の延設方向に一致した所定の直線方向に移動するように設けられ

た可動コイル体とから構成され、このようなリニアモータの移動方向と平行に延設される走行レールと、同走行レールに摺動係合した摺動足とから成る直線案内装置の案内に従って上記サドル24、ラム30、ヘッド36等の各被駆動体を直線送り移動させるものであり、このような構成を有したリニアモータは例えば、本出願人の出願に係る特願平7-30731号等に更に具体的に開示されている。

【0016】上述したさX軸、Y軸、Z軸の三軸方向の軸送り機構によってヘッド36の下端の電極ホルダ38に装着された形彫り電極をワークWに対して接近させ、且つ所定の微小放電間隙を介して図示されていない放電々源からパルス状の放電電圧をワークW、電極の両者に印加することによって形彫り放電加工が進行するのである。

【0017】図2は、上述の三軸方向の軸送り機構において、リニアモータ手段34を駆動源としたZ軸送り機構の一例を詳示しており、ヘッドコラム32の前面32aにはリニアモータ34の静止体50が設けられ、他方、ヘッド36の背面側には同静止体50の固定磁石群と小間隙を介して対設され、電磁相互作用により直線方向に移動する可動コイル体52が設けられ、ヘッド36と一体に固定されている。なお、可動コイル体52には図示されていない励磁電源から適宜の配線回路を経て励磁電流が供給可能に構成されている。

【0018】他方、このヘッドコラム32の両側に直線案内装置54における1対の直線レール56、56が設けられ、この直線レール56にはヘッド36の枠体と一体形成または固定ねじ等の適宜の固定手段で該枠体に一体に取着された摺動足58、58が設けられ、ヘッド36の円滑な直線移動を案内する構成を有している。リニアモータ手段34は、このように静止体50、可動コイル体52を構成要素とし、かつ、1対の直線レール56、56と1対の摺動足58、58により形成される直線案内装置54によりヘッド36をZ軸方向に円滑に送り移動させることができるようになっている。

【0019】図3は、コラム18の頂部に設けられたサドル24の上面とラム30の底面との間に設けられ、リニアモータ手段26を駆動源としたY軸送り機構の構造を詳示しており、ラム30は、その底面にリニアモータ26における静止体を形成するステータ60を有し、このステータ60と電磁相互作用によって直線駆動力を得る可動コイル体を形成するロータ62がサドル24の上面に固定されている。本機構では、ロータ62側がY軸方向には静止状態を維持し、ステータ60がラム30と一体にY軸方向に送り移動する構成を有している。そして、ラム30のY軸方向の送り移動に伴ってヘッドコラム32が一体にY軸方向に送り移動するように設けられている。

【0020】このとき、ラム30の底面の両側には直線

案内装置64の1対の直線レール66、66が設けられ、この直線レール66、66に対して摺動可能に係合した前後2つの摺動足68、68がサドル24の上面部に一体形成で設けられている。勿論、予め別に形成した摺動足68、68をサドル24の頂面に固定ボルト等によって取着、固定した構造としても良い。

【0021】上述した直線案内装置64を備えたラム30は、リニアモータ手段26を駆動源としてY軸方向に送り移動を行い、ヘッドコラム32を介してヘッド36の先端に設けられた電極ホルダ38に保持された形彫り電極にY軸方向の送り移動を付与することができるのである。なお、サドル24の底面領域にはY軸方向、Z軸方向と直交したX軸方向にサドル24を直線送り移動させるリニアモータ手段20を駆動源にしたX軸系の軸送り機構が設けられている。

【0022】上述のように、X軸、Y軸、Z軸の三軸方向の送り機構をリニアモータ手段20、26、34を駆動源にして構成されたラム形々彫り放電加工機は、これらの3つのリニアモータ手段20、26、34を被駆動体に直線取着した構造を有することから、従来の放電加工機と異なり、ボールねじ機構、ナット要素、ナットホルダ等の可動要素を一掃、除去可能となったために各要素の弾性変形に伴うバネ定数要素が運動系から省除可能となり、故に、共振現象等の不具合を起こす危険がないために十分にサーボゲインを大きくとることができる。その結果、被駆動体とリニアモータの駆動に対して俊敏、かつ精密な応答を示すことができ、故にワークWと形彫り電極との間の放電間隙を所望の微小量に安定した維持することができるので、放電加工条件を改善し、高加工精度の形彫り放電加工が実現可能となるのである。しかも、各軸送り機構の構造が単純化されることから放電加工機能上で故障発生の原因が削減され、故に放電加工機は機械装置としての信頼性を向上させることが可能となるのである。勿論、各送り軸系の送り移動を高ゲインによって高速化させることができるから、放電加工時間の短縮を図ることも可能になるのである。

【0023】図4は、本発明の他の実施例としてテーブル形々彫り放電加工機に本発明に係るリニアモータ手段を駆動源として用いた実施例を図示している。図4において、テーブル形々彫り放電加工機は、底部要素としてベッド74有し、このベッド74上に立設されたコラム78の上方域の前面78aに直線案内装置80、リニアモータ82を介在させてヘッド84がZ軸方向（上下方向）に送り移動可能に設けられている。すなわち、ヘッド84は、リニアモータ82から直接的に駆動され、直線案内装置80の円滑な案内に従ってZ軸方向の送り移動を行うことが可能に構成されている。このヘッド84の下底部には形彫り電極（図示略）を保持する電極ホルダ86が設けられ、故に、この電極ホルダ86に保持された形彫り電極自体が後述するワークWに対してZ軸方

向の送り移動を受けえる構成になっている。

【0024】他方、ベッド74の上面領域には、ワークテーブル76がX軸、Y軸の直交二軸方向に送り移動可能に設けられ、このワークテーブル76の上面に加工液を貯留可能に設けられた加工槽75が設けられ、この加工槽75で放電加工を受けるワークWが搭載、保持される構成となっている。なお、加工槽75に供給される加工液はベッド74に隣接して別設された加工液溜（タンク）72内に貯留されている。

【0025】ここで、ベッド74とワークテーブル76との間にはX軸方向とY軸方向の送り移動機構が重ね構造で設けられており、リニアモータ90、直線案内装置92により構成されるX軸送り機構94が上方域に、またリニアモータ96、直線案内装置98により構成されたY軸送り機構100は下方域に設けられている。この両軸送り機構94、100は、両者が協動することにより、ワークテーブル76を一平面内で直交二軸方向にリニアモータ90、96の駆動力によって直接的に送り移動されることは容易に理解できる。なお、コラム78にはヘッド84のZ軸送り機構による送り動作時の平衡用バランサ77が設けられている。

【0026】このテーブル形々彫り放電加工機においても、上述した3つのリニアモータ82、90、96を駆動源としたX軸、Y軸、Z軸の三軸送り機構が、これらのリニアモータの直接駆動によって送り移動することが可能であることから、前述した図1～図3のラム式形彫り放電加工機に就いて詳述した場合と同じように、ボールネジ軸、ナット要素、ナットホルダ等の従来の可動要素を一掃することが可能となっているため、ネジのリード誤差、バックラッシュ等を皆無とし、かつ高ゲインの下に各軸の送り移動を生起させることが可能である。その結果、応答性の良い送り移動が得られるので、放電加工間隙を適正な微小量に安定して維持することにより、高精度かつ高速度の放電加工を遂行することができる。

【0027】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明によれば、ワークと放電間隙を介して電極を対向させ、該ワークと電極との間の相対送りに従ってワークに該電極形状に応じた所望の形状の放電加工を行う形彫り放電加工機において、ワークと形彫り電極との間に相対送りを付与する送り機構がリニアモータを組み込み具備し、同リニアモータによる直接駆動によって前記相対送りを得るようにした形彫り放電加工機が構成されたので、リニアモータからの直接駆動で各軸送り機構の送り移動が遂行でき、故に、放電加工におけるサーボ系を高ゲインに設定してすることができ、従って応答性が良いことから、放電加工性能の向上と高速化による加工時間の短縮が得られ放電加工能率の向上を得ることができるのである。また、リニアモータによる直接駆動によれば、回転→直動変換手段を構成するボールねじ軸やナツ

ト要素、ナットホルダ等の種々の可動要素を省除できるから、ねじ機構のリード誤差の解消、バックラッシュの解消等を得られ、この点でも加工精度の向上を得ることができる。また、余分な可動要素を省除できるので、放電加工機の機体の軽量化、機構の単純化を図ることができる。機械装置としての作動上の信頼性を著しく向上させ得るとともに機械要素の削減により形彫り放電加工機のコスト削減にも寄与することができる等の種々の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る形彫り放電加工機のうち、ラム形々彫り放電加工に適用した一実施例を示す正面図である。

【図2】同主軸頭（ヘッド）に設けられたZ軸送り機構の構造を詳示した略示部分斜視図である。

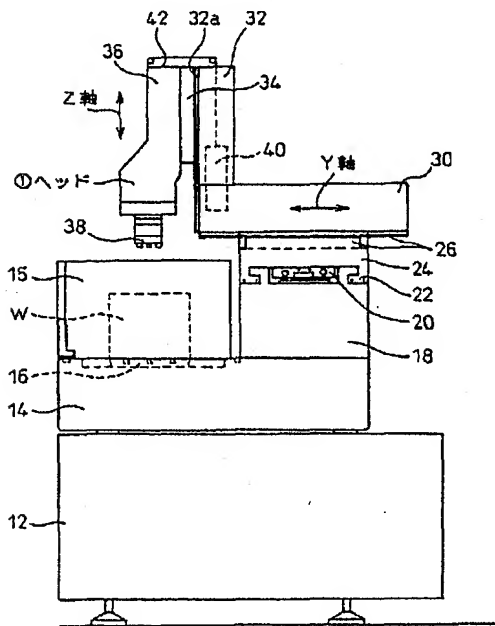
【図3】同実施例のラム機構にY軸方向の送り移動を付与する軸送り機構を詳示した略示部分斜視図である。

【図4】本発明に係る形彫り放電加工機のうち、テーブル形々彫り放電加工に適用した一実施例を示す正面図である。

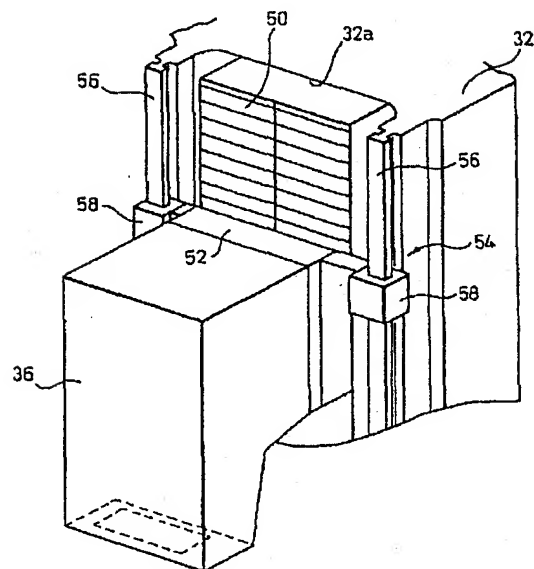
【符号の説明】

- 12…加工液貯留タンク
- 14…ベッド
- 16…ワークテーブル
- 18…コラム
- 20, 26, 34…リニアモータ手段
- 24…サドル
- 30…ラム
- 36…ヘッド
- 38…電極ホルダ
- 54…直線案内装置
- 64…直線案内装置
- 74…ベッド
- 78…コラム
- 76…ワークテーブル
- 82, 90, 96…リニアモータ
- 84…ヘッド
- 86…電極ホルダ
- W…ワーク

【図1】



【図2】



【図 4】

